

Aus dem Institut für zahnärztliche Werkstoffkunde
und Technologie (Direktor: Prof. Dr. H. Marx) der Klinik
und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

VERHALTEN VERSCHIEDENER PROTHESENKUNSTSTOFFE
GEGEN PROTHESENREINIGUNGSMITTEL UND ANTISEPTIKA

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz,
dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von

Gerhard Grosch
aus Wiesbaden

Mainz 1981

Aus dem Institut für zahnärztliche Werkstoffkunde
und Technologie (Direktor: Prof. Dr. H. Marx) der
Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kiefer-
krankheiten der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Verhalten verschiedener Prothesenkunststoffe
gegen Prothesenreinigungsmittel und Antiseptika

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz,
dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von
Gerhard Grosch
aus Wiesbaden

Mainz 1981



Dekan

Prof. Dr. K.-H. Bäßler

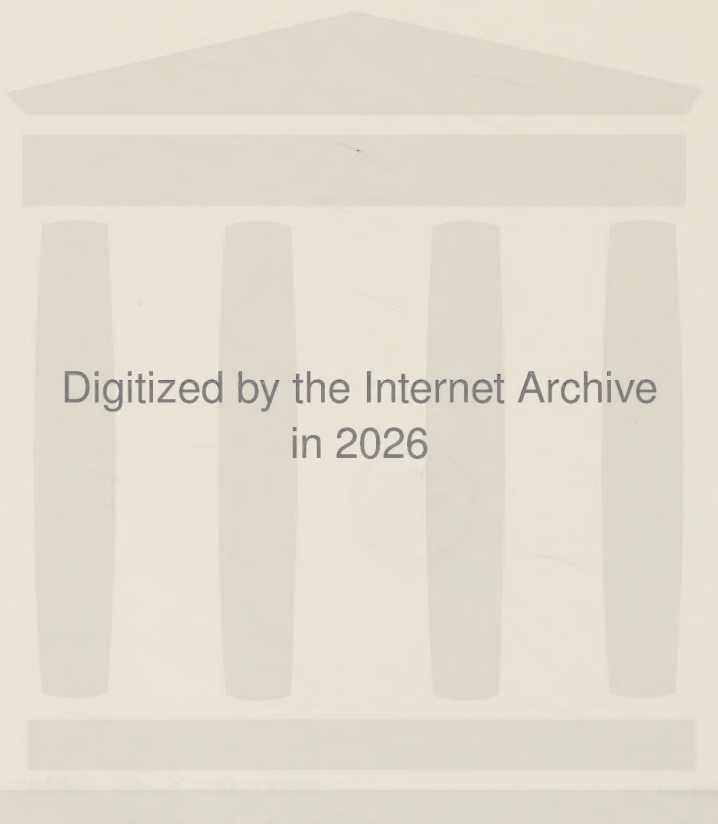
1. Gutachter

Prof. Dr. H. Marx

2. Gutachter

Prof. Dr. F. Fuhr

Tag der mündlichen Prüfung: 14. Oktober 1981



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554418_0060

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	1
2. Untersuchungsmethoden	4
3. Prüfkörperherstellung	10
3.1. Verwendete Kunststoffe und Verarbeitung	10
3.2. Prüfkörperform und Herstellung	13
3.3. Prüfkörperbearbeitung	15
3.4. Vorbereitung der Proben zur REM-Untersuchung	16
4. Einwirkung der Prothesenreinigungs- mittel und Antiseptika	18
4.1. Verwendete Prothesenreinigungs- mittel und ihre Anwendung	18
4.2. Verwendete Antiseptika und ihre Anwendung	19
4.3. Einwirkung der Reinigungsmittel und Antiseptika auf die Prothesen- kunststoffe	21
4.4. Beispiel massiver Kunststoff- schädigung durch Chloroform	22
4.5. Beurteilung der Kunststoffober- flächen vor und nach der Behandlung	27
5. Diskussion	29
6. Zusammenfassung	39
7. Literaturübersicht	45

1. EINLEITUNG

Durch größere Werbekampagnen einiger Hersteller von Prothesenreinigungsmitteln und neu auf dem Markt erschienene Mittel ist der Verbrauch erheblich angestiegen.

Während man früher die Prothese noch eher mit Seife und Zahncreme bürstete, greift man heute mehr zu speziellen Reinigungsmitteln, die entweder selbsttätig wirken sollen oder noch mit der Bürstenanwendung kombiniert werden.

Nach BÖTTGER (2) waren es 1963 14% der Patienten mit herausnehmbarem Zahnersatz, welche diese Mittel benutzten. Da FRANZ (7) 1974 feststellte, daß einige Zahnpasten eine Mattierung der Prothesenpolitur hervorrufen und durch Bürstenreinigung immer ein Abrasionsverlust verursacht wird, wobei nach v. THIEL (21) Kaltplaste stärker als Warmplaste betroffen sind, erhebt sich die Frage des qualitativen und quantitativen Nachweises der Einwirkung von Prothesenreinigungsmitteln.

Denn neben den Forderungen, daß solch ein Präparat

1. die auf der Prothese sich angesammelten Fremdstoffe, Speisereste und Speichelbestandteile löst,
2. die Prothese desinfiziert und damit die Bakterienanzahl auf der Oberfläche herabsetzen hilft,
3. den Geschmack der Prothese durch entsprechende Zusätze desodorierender Art verbessern sollte,

muß nach v. THIEL (21) zusätzlich eine Schädigung des Prothesenmaterials und der Mundgewebe ausgeschlossen werden.

Bei früheren Untersuchungen stellte 1970 ACKMANN (1) fest, daß zu diesem Zeitpunkt ein Selbstreinigungsmittel im Handel war, das sich vollkommen neutral gegenüber den Kunststoffen verhielt.

1966 beobachtete VOSS (20) und 1971 SCHMIDT (15), daß Farbveränderungen von einigen Fabrikaten verursacht werden. So werden z.B. durch den aktiven Sauerstoff der Selbstreiniger, welcher bakterizide

und mechanische Wirkung entfaltet, Farbstoffe angegriffen und entfärbt.

ROSSIWALL (14) demgegenüber konnte 1975 bei Anwendung von Kukident, ein auch über aktiven Sauerstoff wirkendes Mittel, keinerlei Korrosionsveränderungen feststellen. Jedoch hinterließen andere Reinigungsmittel nicht abwischbare Ablagerungen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde deshalb untersucht, inwieweit sich einige Prothesenreinigungsmittel und häufig benutzte Medikamente und Gurgellösungen auf das Prothesenmaterial auswirken.

2. UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Zur qualitativen Beurteilung eines Materials ist u.a. seine Oberfläche von Interesse (11). So sollten sich bei der durchzuführenden Untersuchung die Einflüsse der verschiedenen Reinigungsmaterialien durch Oberflächenveränderung gut zeigen lassen.

Unter der Oberfläche versteht WEIKART (22) die Grenzfläche eines Körpers mit anderen Körpern gleichen oder verschiedenen Aggregatzustandes.

Das Oberflächenverhalten ist abhängig von den chemisch-physikalischen Eigenschaften der Oberfläche. Parameter für die physikalischen Eigenschaften sind Rauheit, Welligkeit und Formgestalt. Die Oberfläche kann durch mechanisches Abtasten z. B. mit einem Profilographen oder optisch, z. B. lichtoptisch oder rasterelektronenmikroskopisch dargestellt und untersucht werden. In dieser Arbeit wurden ein Profilograph und ein Rasterelektronenmikroskop benutzt.

Beim Perthometer-Profilograph wird ein Meßtaster mittels eines Vorschubgerätes mit konstanter

Geschwindigkeit horizontal über die Oberfläche geführt. So entsteht ein Profilbild, welches Rauigkeit und Welligkeit längs der Taststrecke zeigt. Bei den Untersuchungen mit dem Perthometer stellten sich allerdings zwei Nachteile heraus. Schon beim Abtasten ein- und derselben Strecke ergaben sich Meßwerte, die unreproduzierbar voneinander abwichen.

Außerdem konnte im Bereich der Meßgenauigkeit kein Unterschied zwischen den Meßwerten der behandelten Probe mit denen der unbehandelten Probe festgestellt werden. Die verwendete Tastnadel hat einen Spitzenradius von $0,3\text{ }\mu\text{m}$.

Dieses Maß steht in direktem Zusammenhang mit dem Auflösungsvermögen des Oberflächentasters, d. h., daß Oberflächenstrukturen, die kleiner als $0,3\text{ }\mu\text{m}$ sind, nicht mehr wahrheitsgetreu wiedergegeben werden können.

Weiterhin war ein Wiederauffinden der vor der Behandlung vermessenen Strecke später so gut wie unmöglich.

Das Oberflächenabtastverfahren war bei der

vorliegenden Fragestellung wegen der Unreproduzierbarkeit (methodische und hohe statistische Fehler) nicht anwendbar.

Eine lichtmikroskopische Untersuchung wurde aus folgenden Gründen nicht durchgeführt: Das Auflösungsvermögen des Auges ist bestimmt durch den Sehinkel, der bei der deutlichen Sehweite von 25 cm gleich/größer einer Winkelminute ist; durch Rechnung ergibt sich, daß das unbewaffnete Auge noch Objekte von ca. 70 μm unterscheiden kann. Beim Mikroskop ist die Auflösung abhängig von der numerischen Apertur; beträgt die numerische Apertur 0,1 (bei 50 - 100-facher Vergrößerung), werden noch Objekte von 2,75 μm aufgelöst, bei 0,95 (entspricht Vergrößerungen von 475 - 950-fach) ist die Auflösungsgrenze 0,25 μm (5).

Diese Werte gelten für gelbgrünes Licht ($\lambda = 550 \text{ nm}$) und transparente Objekte.

Die oben angegebenen Werte der lichtoptischen Auflösung für Mikroskope werden wegen der fehlenden Transparenz der Untersuchungsobjekte nicht erreicht (9). Im Gegensatz zu der Ansicht von DEPPE (4) ist uns eine auflichtmikroskopische Untersuchung nicht gelungen.

Aus diesen Gründen wurde ein Rasterelektronenmikroskop (Philips 500) benutzt, das sich bereits schon bei ähnlichen Untersuchungen bewährt hatte (8, 11, 12, 14, 18). Es ist dem Auflichtmikroskop, dem Interferenzkontrastverfahren nach Normarski, Lichtschnittverfahren nach Schmaltz oder der Replikatechnik (6) deutlich überlegen (11).

LINDBERG (12) erwähnte besonders folgende Punkte:

- a) Die Oberfläche gewölbter Proben kann direkt betrachtet werden.
- b) Die Probekörperherstellung vereinfacht sich, da keine Replika der Oberfläche benötigt wird.
- c) Die Tiefenschärfe des REM ist extrem groß.
So ist z. B. bei 1000-facher Vergrößerung die Tiefenschärfe größer als 50 μm . Sie ist mindestens 300 mal größer als die eines Lichtmikroskopes.
- d) Das Auflösungsvermögen eines REM ist dem eines Lichtmikroskopes überlegen.

Als weiteren Vorteil stellt BOYDE (3) noch die Möglichkeit heraus, größere Flächen zu untersuchen. Das REM liegt in der Auflösung bei der verwendeten Vergrößerung von 640-fach um eine Größenordnung

besser als die lichtmikroskopische Untersuchung. Der bei 640-facher Vergrößerung abraasternde Elektronenstrahl hat einen Strahldurchmesser von 0,25 μm .

Die REM-Auflösung könnte noch gesteigert werden, wenn es gelänge, zu höheren Vergrößerungen vorzustoßen; doch liegt die Begrenzung der REM-Untersuchung bei Kunststoffen in deren thermischen Instabilität. Es kommt bei höheren Vergrößerungen zu einer höheren Elektronenstromdichte auf dem Kunststoff und dadurch zur Oberflächenzerstörung des Kunststoffes durch thermische Zersetzung.

Bei der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung werden die Proben mit einem Elektronenstrahl abgetastet, der durch elektromagnetische Linsen gebündelt ist. Der Elektronenstrahl läuft synchron mit der Frequenz des Monitors des REM über die festgelegte Probenoberfläche, so daß diese Punkt für Punkt abgebildet wird (12).

Die auftreffenden Elektronen geben Energie an die Atome der Oberfläche. Dadurch werden Hüllenelektronen freigesetzt, die von geeigneten Detektoren registriert werden.

Wenn der Elektronenstrahl auf eine Erhebung trifft, werden mehr Sekundärelektronen abgestrahlt als bei einer Vertiefung, was sich dann in der Stärke des elektronisch verarbeitenden Signals zeigt (Sekundärelektronenvervielfacher). Alle Signale zusammen ergeben ein Bild, daß fotooptisch festgehalten werden kann (12).

Trifft der Elektronenstrahl während der Abrasterung des Präparates auf elektrisch nichtleitende Strukturen, kommt es zu elektrostatischen Aufladungen des Materials. Da die Proben aus Kunststoff bestehen, also aus einem nichtleitfähigen Stoff, müssen solche Aufladungen verhindert werden. Zu diesem Zweck kann man die Präparate u. a. mit Antistatika behandeln oder eine Kohle- oder Metallbeschichtung der Oberfläche vornehmen.

In dieser Arbeit wurde die zweite Methode angewandt und zwar eine Beschichtung mit Gold durch Kathodenzerstäubung (Sputter Coater ES von Polaron).

3. PRÜFKÖRPERHERSTELLUNG

3.1. Verwendete Kunststoffe und ihre Verarbeitung

Paladon 65 -----

Hierbei handelt es sich um ein Methylmethacrylat der Firma Kulzer, Bad Homburg. Es gehört zu den Heißpolymerisaten und weist einen geringen Restmonomergehalt auf.

In einem Anrührgefäß wird Pulver und Flüssigkeit in einem Verhältnis 3 zu 1 vorgelegt und die Masse gründlich durchmischt. Nach 10 min. Quellzeit - die Masse soll keine Fäden mehr ziehen - wird sie nochmals durchgeknetet und im Überschuß gestopft. Polymerisiert wurde im Wasserbad nach dem Langzeitverfahren während ca. 10 Stunden bei 80°C im Wasserbad polymerisiert, am besten langsam abkühlen lassen und dann erst ausgebettet.

Palapress -----

Auch Palapress ist ein Methylmethacrylat der Firma Kulzer, allerdings gehört es als Autopolymerisat in die Reihe der Kaltpolymerisate. Nach Vorschrift werden 5 g Pulver mit 3,5 ml Monomerflüssigkeit

gemischt, wobei die Flüssigkeit vorzulegen und das Pulver rasch einzustreuen ist. Nach ca. 2-3 min. ist Palapress tropfbar plastisch und kann in die gegebene Form getropft werden.

Um eine Blasenbildung zu vermeiden, muß anschließend im Drucktopf bei 2-3 bar und einer Wassertemperatur von ca. 40°C 8 min. polymerisiert werden. Autopolymerisate haben einen höheren Gehalt an Rest-Monomer als Heiß- und Co-Polymerisate (13).

Luxene 44 -----

Dieser Kunststoff, der von der Firma Crown und Bridge* entwickelt wurde, ist ein Vinyl- Methacrylat- Copolymer.

Luxene 44 wird in Stangen von den Herstellern vorpolymerisiert angeliefert und anschließend im Schmelz-Preß-Verfahren verarbeitet. Dazu gibt es eine spezielle Apparatur, durch die der Kunststoff mit einem Druck von ca. 5 bar in die geschlossene Kuvette eingebracht und anschließend bei 96°C im Wasserbad 30 min. polymerisiert wird.

PVS-H

PVS-H gehört zu dem Polymethylmethacrylaten und wird von der Firma Polyapress GmbH & Co. Freiburg in Kartuschen geliefert. Es handelt sich hierbei um ein thermoplastisches Polymerisat in Granulatform, das in der Kartusche elektrisch auf 225°C aufgeheizt bzw. geschmolzen und mittels eines Spritzautomaten bei ca. 10 bar in die Küvette eingepresst wird, wo es beim Erkalten wieder erstarrt.

3.2. Prüfkörperform und Herstellung

Die Prüfkörper aus Paladon 65 und Palapress waren kreisförmig mit einem Durchmesser von 10 mm und einer Dicke von 3 mm.

Um zu gewährleisten, daß die Prüfkörper gleichen Herstellungsbedingungen unterworfen waren (17), wurde eine Gußform aus Cr- Ni- Stahl hergestellt, welche aus einer Platte mit fünf eingefrästen Löchern und zwei Kontern bestand (Abb. 1a,b) und so pro Herstellungsgang fünf Proben (= eine Versuchsreihe) polymerisiert.

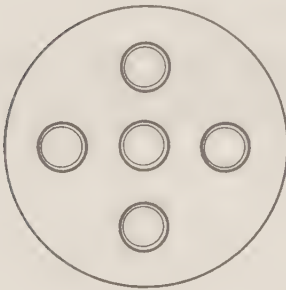


Abb. 1a

Aufsicht der
Lochplatte

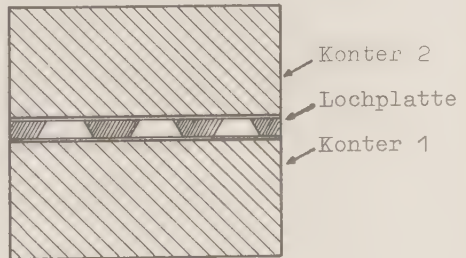


Abb. 1b

Querschnitt der
Gußform

Die Wände der Löcher waren 30° abgeschrägt, um die Prüfkörper leicht entfernen zu können. Die Lochplatte lag auf einem hochglanzpolierten Stahlblock (Konter 1), der die zu untersuchende Seite der Probe lieferte.

Um hier eine Schrumpfung bei der Polymerisation zu verhindern und die gewünschte plane Oberfläche zu erhalten, wurde der unpolierte Stahlkonter 2 mit einer Polyäthylenfolie belegt. Diese setzt die Adhäsion, die zwischen Metall und dem Kunststoff besteht, erheblich herab, so daß die Schrumpfung auf die obere Seite, die nicht untersucht wurde, beschränkt war.

Bei den Kunststoffen Luxene 44 und PVS-H mußte aus verarbeitungstechnischen Gründen ein anderer Herstellungsgang gewählt werden.

In eine Küvette wurde eine Stahlplatte eingebettet, in die Rillen mit einer Breite von 10 mm, einer Länge von 60 mm und einer Höhe von 3 mm eingefräßt waren (Abb. 2a,b).

Bei PVS-H wurde diese Form mit einer weiteren planen Stahlplatte verschlossen und der Kunst-

stoff von der Breitseite in die Rillen eingespritzt.

Da bei Luxene 44 der Kunststoff von oben eingepreßt wird, waren in die plane Platte Löcher eingestanzt, die als Gußkanäle dienten. So entstanden Kunststoffstangen, die wiederum in 5 gleichgroße Plättchen zersägt wurden und für eine Versuchsreihe ausreichten (17).



Abb. 2a

Querschnitt der
Gußform.

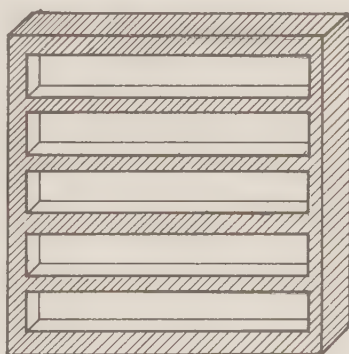


Abb. 2b

Aufsicht der
Gußform.

3.3 Prüfkörperbearbeitung

Da die so hergestellten Prüfkörper trotz der hochglanzpolierten Stahloberfläche noch Kratzer aufwiesen und da man auf eine laborübliche Verarbeitung Wert legte, wurden die einzelnen Kunststoffkörper regelrecht poliert. Hier wurde die übliche Reihenfolge Sandpapier, Schlämmkreide und schließlich Wollschwabbel mit Büdopolit* eingehalten.

3.4. Vorbereitung der Prüfkörper zur REM-Untersuchung

Um die elektrostatischen Aufladungen des nicht-leitenden Materials zu vermeiden (s.S. 9), mußten die Prüfkörper noch durch Kathodenzerstäubung mit einer Goldschicht überzogen werden.

Unter Kathodenzerstäubung, auch Sputtern genannt, versteht man das Ablösen von Atomen an einer metallischen Kathode (hier Gold) mit hochenergetischen Teilchen. Durch Maskenbedeckung wurde jeweils zuerst nur eine Hälfte der Prüfkörper mit Gold gesputtert, die dann zur REM-Untersuchung vor Einwirkung der Agenzien verwendet wurde.

*Lieferfirma: Universal-Zahnglanzmittel,
Büdo Werk, 7067 Grundbach

Nach der Einwirkungszeit wurde dann die zweite Hälfte gesputtert und anschließend im REM untersucht. Als Arbeitsgerät wurde der Sputter Coater ES 100 von Polaron angewandt.

Das zerstäubte Gold setzt sich auf den Proben je nach Sputterzeit in einer dünnen Schicht ab, die neben der Leitfähigkeit der Probenoberfläche noch den Kontrast für die REM-Untersuchung erhöht. (Sputterbedingungen: 2-3 min.; 2,5 kV; 20 mA Argon-Ionenstrom; 0,02 mbar). Die so vorbehandelten Prüfkörper werden mit Leitkohlenstoff, einem Kleber aus Graphit und Arylharzen, auf dem Probentisch für die Untersuchung fixiert.

4. EINWIRKUNG VON PROTHESENREINIGUNGSMITTELEN UND ANTISEPTIKA

4.1. Verwendete Prothesenreinigungsmittel und ihre Anwendung

Steradent Liquid (Reckitt GmbH, Elmshorn)

Diese gebrauchsfertige Flüssigkeit enthält aktives Chlor, mit einem maximalen Titer von 5% bezogen auf Chlorwasserstoffsäure. Nach ungefähr 1 min. Einwirkungszeit wird die Prothese mit einer Bürste mechanisch nachgereinigt. Es wird empfohlen, die Prothese anschließend gründlich abzuspülen.

Dentavon (Schülke & Mayr GmbH, Norderstedt)

Dentavon setzt sich aus Sauerstoff-Radikal-Verbindungen, Stabilisatoren für hartes Wasser und reinigungsaktiven Substanzen zusammen. Besonders die Sauerstoff-Radikale sorgen für den starken selbstreinigenden Effekt und die totale mikrobiozide Wirkung.

Die Prothese sollte 30 Minuten in eine 2%ige Lösung eingelegt werden.

Nach klinischen Untersuchungen werden Bakterien, Mycobakterien, Pilze, Viren und Sporen, nach einstündiger Einwirkung sogar Hepatitis-B-Viren abgetötet.

4.2. Verwendete Antiseptika und ihre Anwendung

Hexoral (Gödecke AG, Berlin)

Dieses Mund- und Rachenantiseptikum ist eine wasserklare, schwachrote Flüssigkeit. Als Wirkstoff enthält es Hexitidin (1,3 - Bis - (3-äthylhexyl) - 5 - methyl - 5 - aminohexahydro-pyrimidin).

Auch hier werden antibakterielle, antimykotische und zusätzlich blutstillende Eigenschaften beschrieben. Hexoral kann zum Gurgeln oder als Spray bei Halsschmerzen, grippalen Infekten und Erkältungskrankheiten angewendet werden.

Rivanol (Hoechst AG, Ffm-Hoecht)

Bei Rivanol handelt es sich um einen gelben bakteriziden Farbstoff (2-Äthoxy - 6,9 - diamino - acridin - DL - Lactat). Er wird in wässriger Lösung in einer Konzentration von 1:1000 angewendet und dient zur lokalen desinfizierenden

Therapie z. B. Kieferhöhlenspülungen.

Dequonal (Kreussler & Co. GmbH, Wiesbaden)

Dequonal ist ein antibiotikafreies Mund- und Rachenantiseptikum. Es ist als gebrauchsfertige Gurgel- und Sprühlösung gegen Halsschmerzen, Infektionen und Entzündungen im Mund und Rachen im Handel. Es weist sowohl bakterizide als auch viruzide und fungizide Eigenschaften auf, die auf seine beiden Komponenten Dequaliniumchlorid (0,015%ige Lösung) und Benzalkoniumchlorid (0,035%ige Lösung) zurückzuführen sind. Das Präparat ist ungefärbt und wasserklar und enthält zusätzlich Geschmackskorrigentien.

4.3. Einwirkung der Reinigungsmittel und Antiseptika auf die Prothesenkunststoffe

Nachdem die Prüfkörper halbseitig gesputtert und untersucht waren, wurde je einer in

1. Steradent, 2. Dentavon,
3. Hexoral, 4. Rivanol, 5. Dequonal und
6. destilliertes Wasser als Vergleichsstück

wegen eventueller flüssigkeitsbedingter Oberflächenveränderungen (10,16) gelegt. Die Dentavonlösung wurde wegen ihrer Unbeständigkeit jeden Tag erneuert.

In den Vorversuchen wurden die Prüfkörper nach 3 und 6 Tagen untersucht; da sich jedoch keine Veränderungen zeigten, wurde ein Langzeitversuch (3 Wochen Einwirkungszeit) durchgeführt. Das entspricht mindestens einer Anwendungszeit über 3 Jahre bei täglicher Anwendung, berechnet für die Anwendungsbedingungen von Dentavon, dem Mittel mit der längsten Einzeleinwirkungszeit.

Die Prüfkörper wurden anschließend auf der zweiten Hälfte gesputtert, mit der gleichen Vergrößerung die gesamte Oberfläche betrachtet und charakteristische Oberflächenstrukturen fotografiert.

4.4. Beispiel massiver Kunststoffschädigung durch Chloroform

Chloroform ist eine klare, süßlich riechende Flüssigkeit mit einem Siedepunkt von 61°C und wird zum Reinigen von devitalen präparierten Zahnstümpfen benutzt. Wegen seiner guten Lösungseigenschaften auf Kunststoff und der Verwendung in der zahnärztlichen Praxis bot es sich als realistisches Mittel an, um eine massive Kunststoffschädigung zu zeigen.

Zu diesem Zweck wurde je ein Prüfkörper eines jeden Kunststoffes kurz in Chloroform eingetaucht und anschließend abgeschüttelt.

Aufgrund der Oberflächenspannung zog sich nach dem Abschütteln das restliche Chloroform sofort zum Rande zurück, so daß während der Verdunstungszeit peripher eine etwas längere Einwirkung möglich war.

Dies wirkt sich auch bei Palapress und Paladon, jedoch nicht bei Luxene- und PVS-H-Proben aus, wie man bei der REM-Betrachtung feststellen konnte.

Der Einfluß des Chloroforms auf die Oberfläche der verschiedenen Kunststoffe, wird in folgendem detailliert betrachtet.

Palapress

Bei der Palapressprobe verursacht Chloroform bei kurzer Einwirkungszeit, also im Zentrum der Probe, eine verschieden tiefe Anlösung oder Auflösung des Kunststoffes. Dies zeigt sich in zum Teil unterschiedlichen Kratern; es sind aber noch kleine Areale der ursprünglichen Oberfläche zu erkennen (s.S. 26 Abb. 3a).

Die längere periphere Einwirkung von Chloroform erkennt man in totaler Zerstörung der Oberflächenstruktur. Es entstehen Poren, die vereinzelt besonders groß sind und gehäuft auftreten.

Die kleinen Poren haben einen Durchmesser von ca. $1\text{ }\mu\text{m}$ und die Großen $2-3\text{ }\mu\text{m}$. Die ursprüngliche Oberflächenstruktur ist nicht mehr zu erkennen (s.S. 26 Abb. 3b).

Paladon 65

Bei Paladon verursacht die kürzere, zentrale Chloroformeinwirkung eine Bildung von unregelmäßigen Erhöhungen (Quellwirkung (10)) von $10-20\text{ }\mu\text{m}$ Durchmesser. Es entstehen keine eingeschnittenen Strukturen und keine Krater (s.S. 26 Abb. 3c).

Erst bei längerer Einwirkungszeit, also am Rande, entstehen kraterähnliche Vertiefungen, teils ineinander übergehend, teils isoliert. Die Krater haben einen Durchmesser von ca. 10-15 μm . Diese Krater könnten entstehen, nachdem durch Verdunsten des tiefer in den Kunststoff eingedrungenen Lösungsmittels die oberflächenbildenden Häutchen eingerissen sind (s.S. 26 Abb. 3d).

Luxene -----

Bei Luxenen besteht kein Unterschied zwischen der verschiedenen langen Einwirkungszeit des Chloroforms. Das gezeigte Oberflächenbild ist repräsentativ für das Zentrum und die Randzone des Prüfkörpers. Der Kunststoff wird großflächig angelöst, es kommt zu einer Art Fleckbildung. Stellenweise treten ungefähr 30 μm lange Vertiefungen auf. Vereinzelt sind Löcher zu erkennen, die bis zu 1 μm groß sind (s.S. 26 Abb. 3e).

PVS-H -----

Rand- und Zentrumseinwirkung sind hier ebenfalls identisch.

Die Schädigung besteht in Porenbildung verschiedenen Durchmessers. Während die Oberfläche von kleinen Poren ($\leq 1 \mu\text{m}$) ziemlich gleichmäßig übersät ist, kommen die Poren mit einem Durchmesser um $5 \mu\text{m}$ weniger häufig vor (s.S. 26 Abb. 3f).

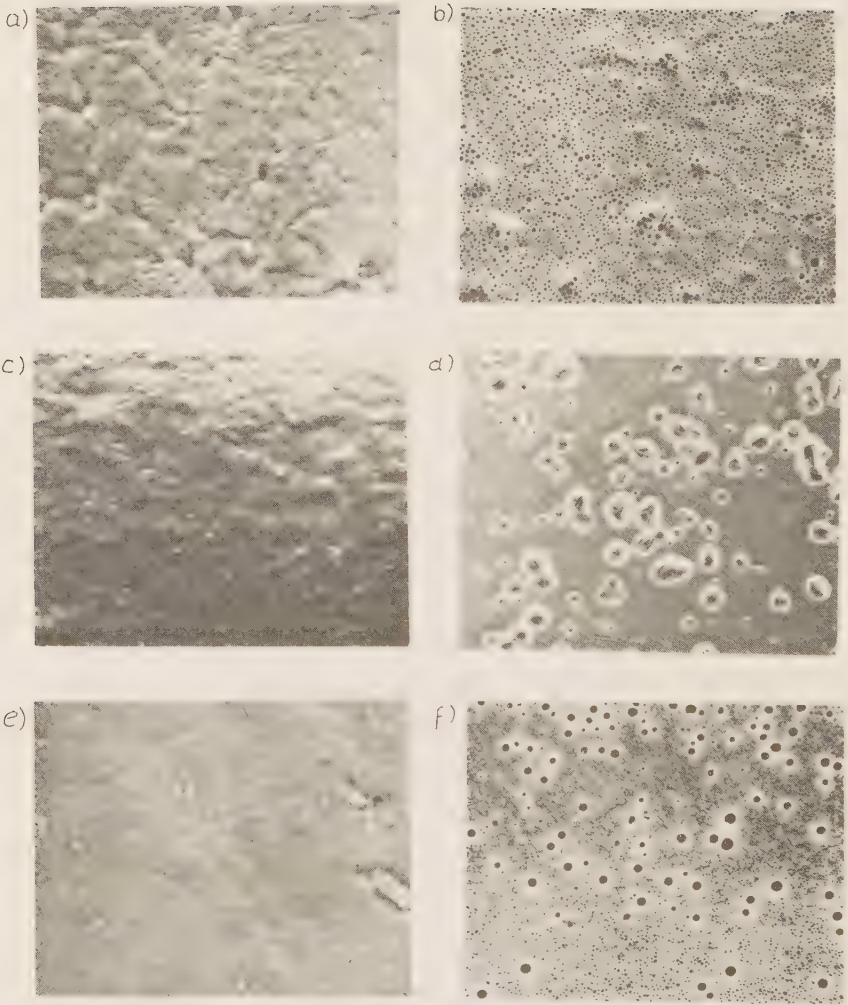


Abb. 3 Massive Kunststoffschädigung durch Chloroform
REM-Vergrößerung 640-fach, 1 cm entspricht 14,3 μm

a) Palapress Probenmitte
c) Paladon Probenmitte
e) Luxene

b) Palapress Randzone
d) Paladon Randzone
f) PVS-H

5. BEURTEILUNG DER KUNSTSTOFFOBERFLÄCHEN

Um einen Vergleich zu haben, wurde die Oberfläche der Prüfkörper nach der Hochglanzpolitur vor dem Einlegen in die zu prüfenden Substanzen mit 640-facher REM-Vergrößerung fotografiert.

Dabei zeigte sich bei dem Palapress - Prüfkörper ein überwiegend glattes Oberflächenbild, welches Kratzer enthält. Die Kratzer ziehen meist durchgehend über den gesamten Prüfkörper, sind kantenglatt und durchschnittlich $0,5\text{ }\mu\text{m}$ breit und ca. $0,25\text{ }\mu\text{m}$ tief. Einige Kratzer sind nicht durchgehend gleichmäßig tief, sondern werden manchmal bis zum Verschwinden gering, um gleich wieder tief zu beginnen. Die weißen von $0,5$ bis $2\text{ }\mu\text{m}$ großen Punkte sind als Verunreinigungen (Staub) zu interpretieren. Die Kratzer sind unvermeidbare Polierspuren (s.S. 29 Abb. 4a und S. 33 Abb. 5a).

Bei der unbehandelten Paladonprobe zeigt sich ein ähnliches Oberflächenbild. Die Kratzer sind hier ca. $1\text{ }\mu\text{m}$ breit und $0,5\text{ }\mu\text{m}$ tief. Die Ränder sind gezackt und teilweise "ausgefranst".

Zur Darstellung kommen auch vereinzelte, nicht über die gesamte Bildfläche verlaufende Kratzer mit kleineren Kratern. Auch hier verstreute, sich hell darstellende Verunreinigungen (weiße Punkte; s.S. 29 Abb. 4b und S. 34 Abb. 6a).

Betrachtet man die unbehandelte Oberfläche des Kunststoffes LUXENE bei 640-facher Vergrößerung im REM, so stellt man fest, daß seine Oberfläche nur von wenigen Kratzern durchzogen wird. Sie ist glatter als die der vorherbeschriebenen Kunststoffe (s.S. 29 Abb. 4c und S.36 Abb. 7a).

Auf der polierten unbehandelten Oberfläche von PVS-H sind auch nur wenige Polierkratzer festzustellen, sowie hier und dort einige Staubpartikel. Sie stellt sich ähnlich wie die Oberfläche der Luxene dar (s.S. 29 Abb. 4d und S. 38 Abb. 8a).



Abb. 4 Polierte, unbehandelte Kunststoffoberflächen,
REM-Vergrößerung 640-fach, 1 cm entspricht $14,3 \mu\text{m}$

a) Palapress
c) Luxene

b) Paladon
d) PVS-H

Palapress in Steradent

Vergleicht man die Oberfläche des 21 Tage lang mit Steradent behandelten Prüfkörpers Palapress mit der unbehandelten, so stellt man fest, daß die Kratzer unverändert sind.

Sie sind weder tiefer geworden, noch sind ihre Kanten, an welchen man den ersten Angriff erwarten könnte, abgerundet oder sonst sichtbar verändert (s.S. 33 Abb. 5b).

Neu auf dem Oberflächenbild erkennt man mehrere kreisförmige Strukturen mit einem Durchmesser von 20 bis 40 μm . Sie verändern den Verlauf und die Tiefe der Kratzer nicht, so darf man annehmen, daß sie nicht durch die Einwirkung und Oberflächenveränderung der Reinigungsmittel und Antiseptika als solches entstanden sind.

Sie beruhen wahrscheinlich auf dem Quellungs- effekt des Lösungsmittels Wasser, in dem sie 21 Tage lagen (10, 16).

Auf der Vergleichsprobe in destilliertem Wasser konnten die Effekte ebenfalls festgestellt werden; diese Effekte waren reproduzierbar.

Palapress in Dentavon

Die Oberfläche des Prüfkörpers, welcher in Dentavon lag, war gegenüber der unbehandelten Oberfläche unverändert in Kratzern und Rillen dargestellt (s.S. 33 Abb. 5c).

Die wenigen hellen Stellen rühren von statischen Aufladungen her.

Dagegen waren hier die kreisflächenförmigen Strukturen nicht zu erkennen.

Palapress in Hexoral

Die Oberfläche des Palapress-Prüfkörpers, der in Hexoral lag, war unverändert gegenüber der unbehandelten Probe (s.S. 33 Abb. 5d).

Palapress in Rivanol

Die Oberfläche war unverändert. Hier konnten erneut die kreisförmigen Gebilde bis zu einem Durchmesser von 70 μm nachgewiesen werden (s.S. 33 Abb. 5e).

Palapress in Dequonal

Die Oberfläche war gegenüber unbehandelten unverändert. Kreisförmige Gebilde konnten hier bis zu einem Durchmesser von 27 μm gesehen und fotografiert werden (s.S. 33 Abb. 5f).

Behandelte Paladon-Prüfkörper

Betrachtet man die Paladonprüfkörper, welche 21 Tage lang in Steradent, Dentavon, Hexoral, Rivanol und Dequonal gelegen haben, so stellt man fest, daß die Prüfkörper sich in allen 5 Agenzien nicht verändert haben. Die Polierspuren sind weder tiefer geworden, noch sind die Kratzerkanten abgerundet oder das Oberflächenbild sonst verändert (s.S. 34 Abb. 6b-f).

Bei allen 5 Prüfkörpern trat eine Fleckbildung auf, hier mit Durchmessern bis zu 90 μm .

Diese Fleckbildung war auch auf der Vergleichsprobe in dest. Wasser festzustellen, die ebenfalls sonst unverändert fotografiert werden konnte.

In Kontrollversuchen konnten alle Fleckbildungen erneut beobachtet werden.

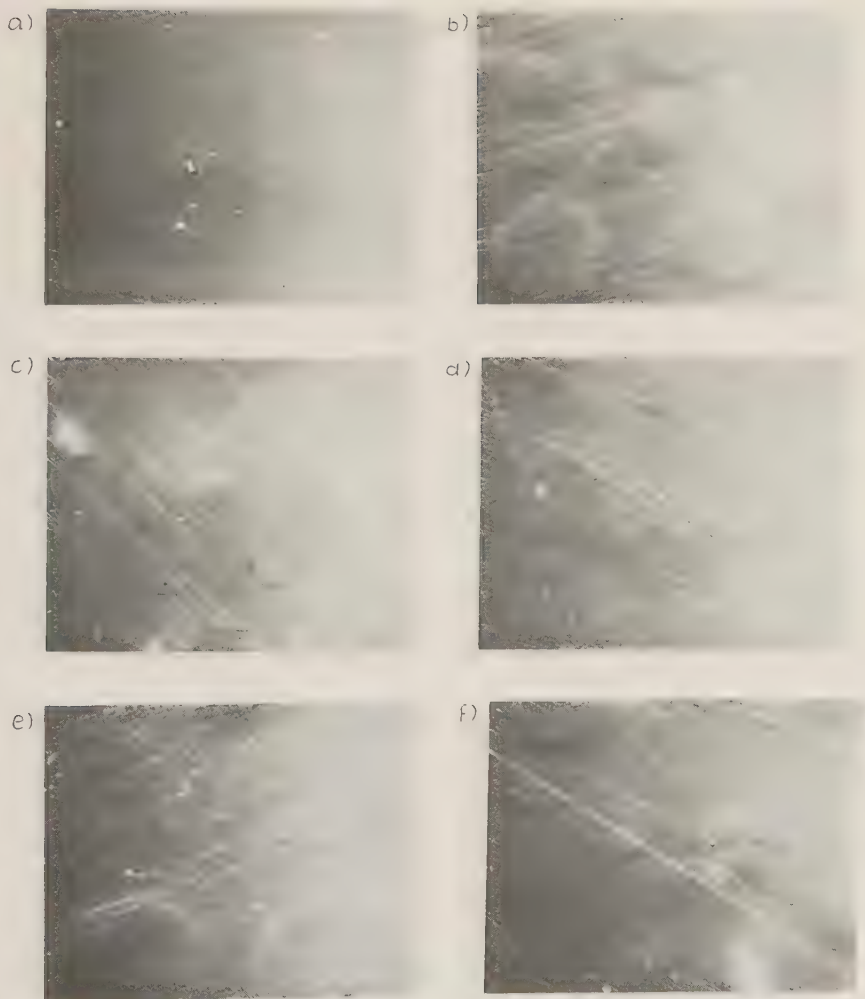


Abb. 5 Palapressoerfläche, REM - Vergrößerung 640-fach,
1 cm entspricht 14,3 μ m

a) poliert, unbehandelt
c) nach 21 d in Dentavon
e) nach 21 d in Rivanol

b) nach 21 d in Steradent
d) nach 21 d in Hexoral
f) nach 21 d in Dequonal



Abb. 6 Paladonoberfläche, REM - Vergrößerung 640-fach,
1 cm entspricht 14,3 μ m

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| a) poliert, unbehandelt | b) nach 21 d in Steradent |
| c) nach 21 d in Dentavon | d) nach 21 d in Hexoral |
| e) nach 21 d in Rivanol | f) nach 21 d in Dequonal |

Behandelte Luxene Prüfkörper

Bei den Luxenen trat bei 21 tägiger Behandlung mit Steradent, Dentavon, Hexoral, Rivanol und Dequonal keine Veränderung an der Oberfläche auf.

Dies kann man beim Vergleich mit der unbehandelten Oberfläche des Luxene Prüfkörpers an den kritischen Strukturen, wie Kratzern und Polierspuren feststellen, die unverändert, wie das gesamte Oberflächenbild, im REM betrachtet und fotografiert werden konnten (s.S. 36 Abb. 7b-f).

Es traten hier bei allen 5 Medien und der Vergleichsprobe in destilliertem Wasser keine Fleckbildung auf.

Behandelte PVS-H Prüfkörper

Bei der 21 tägigen Lagerung traten bei den Prüfkörpern in allen 5 Mitteln im Vergleich zur unbehandelten Oberfläche bei der REM-Betrachtung keine Unterschiede oder Veränderungen auf.

Die vielen kleinen weißen Punkte auf der Fotografie der Prüfkörperoberfläche aus Dentavon sind



Abb. 7 Luxeneoberfläche, REM - Vergrößerung 640-fach,
1 cm entspricht 14,3 μ m

a) poliert, unbehandelt
c) nach 21 d in Dentavon
e) nach 21 d in Rivanol

b) nach 21 d in Steradent
d) nach 21 d in Hexoral
f) nach 21 d in Dequonal

auf eine zufällig verstärkte Staubverschmutzung zurückzuführen und hatten mit der Einwirkung von Dentavon nichts zu tun. Bei allen Prüfkörpern konnte man die kreisförmigen Strukturen wie sie bei Palapress- und Paladonprüfkörpern auftreten, nicht feststellen (s.S. 38 Abb. 8b-f).

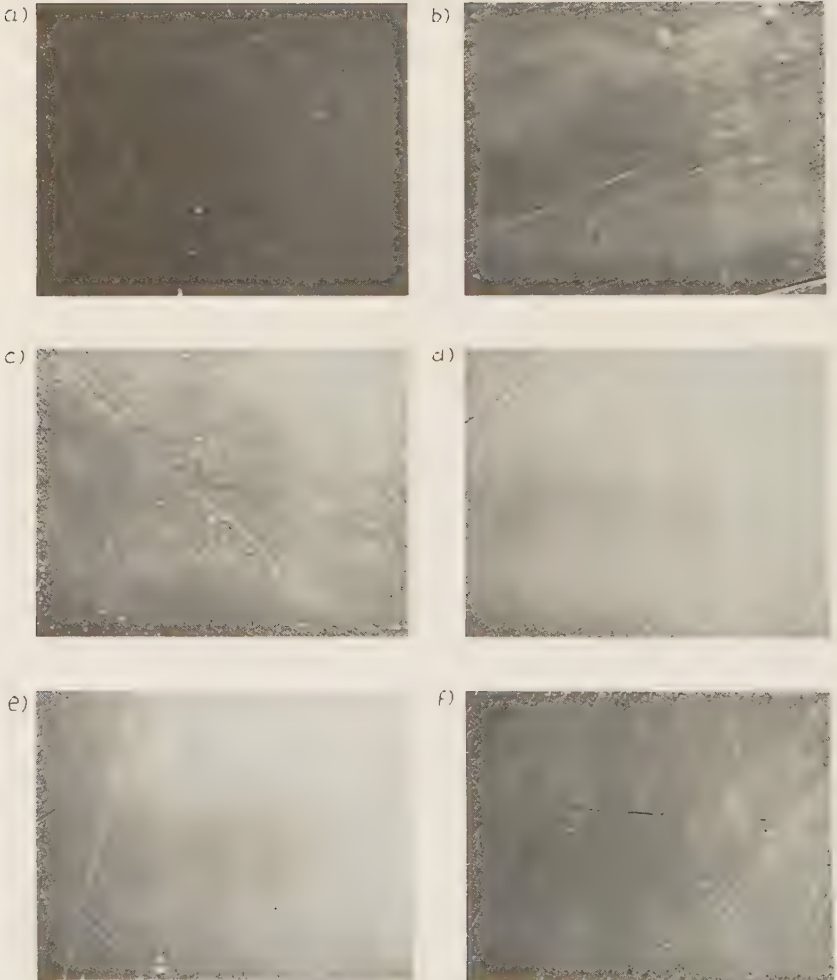


Abb. 8 PVS-H-Oberfläche, REM - Vergrößerung 640-fach
1 cm entspricht 14,3 μm

a) poliert, unbehandelt
c) nach 21 d in Dentavon
e) nach 21 d in Rivanol

b) nach 21 d in Steradent
d) nach 21 d in Hexoral
f) nach 21 d in Dequonal

5. DISKUSSION

In dieser Arbeit sollte die Einwirkung von Prothesenreinigungsmitteln und Antiseptika auf Prothesenkunststoffe qualitativ und quantitativ nachgewiesen werden.

Wegen der verschiedenen Oberflächenbeschaffenheit der Kunststoffarten wurden vier verschiedene Typen von Kunststoffen, die als Prothesenbasismaterial benutzt werden, untersucht: Palapress aus der Gruppe der Kaltpolymerisate, Paladon 65 aus der Gruppe der Heißpolymerisate, Luxene als Mischpolymerisat und PVS-H als thermoplastisches PMMA.

Die Kunststoff-Prüfkörper wurden labormäßig hergestellt und hochglanzpoliert.

Problematisch war die Auffindung eines geeigneten Meßverfahrens, welches die qualitative und quantitative Oberflächenbeurteilung zuließ.

Da auf keinen Fall makroskopische Veränderungen erwartet wurden, kam nur ein Verfahren in Frage, welches die Beurteilung der Feinstruktur zuläßt.

Die Replikatechnik, wie sie von EIFINGER 1964 (6) und SCHMIDT 1971 (15) angewandt wurde, erschien als indirektes Verfahren mit zu viel Fehlermöglichkeiten behaftet.

Das Lichtmikroskop, wie es von DEPPE 1979 (4) verwendet wurde, bietet eine zu geringe Vergrößerung und Tiefenschärfe, zu wenig plastische Oberflächendarstellung und dadurch nur schwer deutbare Bilder.

Zunächst bot sich das Perthometer als geeignet an, wie es DEPPE 1979 (4) benutzt hat. In Vorversuchen mußte jedoch festgestellt werden, daß das Auflösungsvermögen des Perthometers bedingt durch den Spitzenradius der Tastnadel von $0,3 \mu\text{m}$ zu gering war.

Außerdem war ein Wiederauffinden der Abtaststrecke, selbst nach einmaligem Neueinrichten des Prüfkörpers auf der Meßhalterung, unmöglich. Die neu vermessene Strecke ergab derartig abweichende Werte, daß eine Beurteilung der Feinstruktur nicht möglich war.

Das Durchstrahlungselektronenmikroskop schied aus materialtechnischen Gründen aus (9).

Übrig blieb nur noch das bei dem Prüfmateri-
al Kunststoff unter bestimmten gerätetechnisch zu
beachtenden Kriterien einsetzbare REM.

Es hatte sich bei ähnlichen Oberflächenunter-
suchungen von Zahnschubstanzen und von zahnärzt-
lichen Kunststoffen schon bewährt.

Bemerkenswert sind die aus Vorversuchen besonders
plastischen, leicht deutbaren Bilder von großer
Tiefenschärfe. Jedoch war das REM bei Beachtung
der Bedingungen für die erforderliche Auflösung
(Strahlenmesser, Elektronenenergie) nur bis zu
einer Vergrößerung von 640-fach zu verwenden, da
sonst bei stärkerer Vergrößerung die thermische
Belastung durch die Umwandlung der kinetischen
Energie der auftreffenden Elektronen zur Blasen-
bildung auf der Kunststoffoberfläche und zur
"Verkohlung" führte.

Damit es im REM nicht zu Aufladungen der nicht
leitenden Kunststoffe kam, mußten die Prüfkörper
vor dem Einbringen in das REM mit Gold gesputtert
(Kathodenzerstäubung) werden; die Dicke der Gold-
schicht ist für die gewählte Vergrößerung von
640-fach in jedem Fall so gering (ca. 10 nm),

daß keine Strukturauflösungsverschlechterung eintritt.

Die Prüfkörper wurden nur halbseitig gesputtert, damit die Testsubstanzen auf die andere Hälfte einwirken konnten. Dadurch waren die geprüften Oberflächen vor und nach der Behandlung von der Herstellung maximal ähnlich.

Die unbehandelte Oberfläche von Palapress wies Polierspuren in Form von Riefen und Rillen auf. Vereinzelt waren noch sich weiß darstellende Staubpartikel festzustellen.

Die unbehandelte Paladon 65 Oberfläche sah ähnlich aus, lediglich waren hier die Kratzer etwa doppelt so tief wie bei der Palapressoberfläche, aber ebenso häufig. Die Oberfläche von Luxene wies wenig Staubpartikel und wenig Polierspuren auf. Die Oberfläche enthielt nur flache Riefen.

Bei dem Kunststoff PVS-H stellte sich die Oberfläche auch mit wenig Polierspuren dar.

Dafür gab es gelegentlich stärker ausgefranste Kratzer (s.S. 29 Abb. 4d).

Bei den 21 Tage mit Reinigungsmitteln und Antiseptika behandelten Kunststoffen war die Oberflächenfeingestalt bei allen getesteten Kunststoffen im wesentlichen genau so wie vor Behandlungsbeginn geblieben.

Eine wie vorher gezeigte durch Chloroform erzeugte ähnlich massive Schädigung der Kunststoffe trat bei der Einwirkung der hier geprüften Reinigungsmittel und Antiseptika in keinem Fall ein.

Die Kratzer und Riefen, an denen, besonders an deren Kanten, man schon geringe Veränderungen von Tiefe und Kantenschärfe hätte beobachten können, waren bei der hier benutzten Vergrößerung von 640-fach unverändert.

Auf keinem Prüfkörper zeigten sich wie 1975 von ROSSIWALL (14) bei anderen Prothesenreinigungsmittel festgestellte nicht abwischbare Ablagerungen. Bei den Prüfkörpern Palapress (außer Palapress in Dentavon) und Paladon 65 waren nach 21 Tagen Lagerung in den 5 Agenzien und ebenso in destilliertem Wasser bei 640-facher Vergrößerung im REM kreisflächenförmige Fleckbildungen zu erkennen, welche reproduzierbar waren.

Die Bilder auf Seite 26 zeigen wie eine deutliche Schädigung der Kunststoffoberfläche bei dieser Vergrößerung aussieht. Das schädigende Agens war Chloroform, ein Lösungsmittel, welches gelegentlich in der zahnärztlichen Praxis verwandt wird.

6. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden zwei Prothesenreinigungsmittel und drei Antiseptika hinsichtlich ihres Einflusses auf die polierte Oberfläche von vier verschiedenen Prothesenkunststoffen untersucht.

Die Oberflächenfeingestalt wurde mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops Philips 500 dargestellt. Die Substanzen wirkten 21 Tage lang auf die Prüfkörper, das entspricht einer Reinigungszeit von mindestens 3 Jahren bei der Anwendung von Dentavon, dem Mittel mit der längsten Einzeleinwirkungszeit.

Als Kontrolle wurden die Kunststoffe in gleicher Weise mit Wasser, dem Lösungsmittel der Antiseptika und Reinigungssubstanzen, behandelt und danach im Vergleich mit der unbehandelten Oberfläche betrachtet.

Zur Dokumentation wurden die unbehandelten und behandelten Oberflächen der Kunststoffe fotografiert. Als Vergleich für eine massive Schädigung wurden die durch Chloroform stark geschädigten Kunststoffoberflächen fotografiert.

Es kann festgestellt werden, daß die Prothesenreinigungsmittel Steradent und Dentavon bei den geschilderten Untersuchungsverfahren keinen schädigenden oder sonst verändernden Einfluß auf die Kunststoffoberflächen haben.

Auch die Antiseptika Hexoral, Rivanol und das Mund- und Rachenantiseptikum Dequonal bewirken selbst bei 21-tägiger Einwirkungsdauer keine Schädigungen oder Oberflächenveränderungen auf den Kunststoffen.

Durch die 21-tägige Einwirkung des Lösungsmittels Wasser entstehen bei den Kunststoffen Paladon 65 und Palapress kreisförmig begrenzte Strukturveränderungen auf der polierten Kunststoffoberfläche.

Hierbei handelt es sich um Restkörper der Polymerperlen, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Dichte bzw. Polymerisationsgrades gegenüber den nachpolymerisierten Perlwischenräumen unterschiedlichen Quellungseffekt haben.

Diese Erscheinung konnte, bedingt durch die Herstellungsverfahren, bei den Kunststoffen Luxene und PVS-H nicht beobachtet werden.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- (1) Ackmann, U. Die Einwirkung selbsttätiger Prothesenreinigungsmittel auf das Prothesenbasismaterial. Med. Diss. Erlangen, Nürnberg 1970
- (2) Böttger, H. Prothesenhygiene. Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 976 (1963)
- (3) Boyde, A. Raster-Elektronenmikroskopie
Knight, P. J. in der klinisch-zahnmedizinischen Forschung. Quintessenz 7, Nr. 4160 (1970)
- (4) Deppe, W. Der Einfluß von Netzmitteln auf die Korrosion von Kronen- und Brückenmaterialien. Med. Diss. Köln 1979
- (5) Ehringshaus, A. Das Mikroskop
Trapp, L. Verlag B. G. Teubner, Stuttgart, S. 49 1967
- (6) Eifinger, F. F. Lichtmikroskopische Untersuchungen zur Politur plastischer Füllungsmaterialien. Dtsch. zahnärztl. Z. 19, 561 (1964)
- (7) Franz, G. Untersuchungen über die Wirkung von Zahnpasten auf Kunststoff. Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 459 (1974)
- (8) Fromme, H. G. Beobachtungen zum Gefügebau
Riedel, H. der Zahnhartsubstanzen mit Hilfe
Vahl, J. des Raster-Elektronen-Auflichtmikroskops
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 395 (1967)

- (9) Helmcke, J.-G. Licht- u. elektronenmikroskopische Untersuchungen über die Struktur von schnellhärtenden Kunststoffen für zahnärztliche Zwecke.
Dtsch. zahnärztl. Z. 10, 1269 (1955)
- (10) Henkel, G. Über die "Korrosion" der Kunststoffe.
Dtsch. Stomat. 11, 828 (1960)
- (11) Lenz, P.
Richter, I. E.
Huber, H. Oberflächenuntersuchungen von zahnärztlichen Kunststoffen mittels des Raster-Sekundärelektronenmikroskops Stereoscan.
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 717 (1968)
- (12) Lindeborg, P. Das Raster-Elektronenmikroskop - ein Gerät zur Untersuchung von Hartgewebs-Oberflächen.
Quintessenz 8, Nr. 5083 (1974)
- (13) Marx, H. Vergleichende Untersuchungen verschiedener Polymerisationsverfahren unter besonderer Berücksichtigung der hydro-pneumatischen Heißpolymerisation.
Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 929 (1970)
- (14) Rossiwall, B. Prothesenkunststoffe in selbsttätigen Reinigungslösungen - Elektronenmikroskopische Untersuchungen.
Österreichische Zeitschr. Stomat 5, 189 (1975)
- (15) Schmidt, S. Klinische und experimentelle Untersuchungen über Prothesenreinigungsmittel.
Med. Diss. Bonn 1971

- (16) Schwickerath, H. Wasseraufnahme von Kunststoffen im Langzeitversuch. Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 931 (1980)
- (17) Spreng, M. Mitteilungen über Auflösungserscheinungen am Kunststoff "Papapont". Schw. Mschr. Zahnheil. 53, 195 (1943)
- (18) Stein, H. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der Oberflächenstruktur dentaler Kunststoffe nach Kontakt mit Mundsalben, flüssigen Medikamenten und Zahnfleischverbänden. Med. Diss. Frankfurt 1977
- (19) Vahl, J.
Pfefferkorn, G. Elektronenmikroskopische Untersuchungen der durch Laser-Beschuß hervorgerufenen Veränderungen an Zahnhartsubstanzen. Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 386 (1967)
- (20) Voss, R. Die Weißfärbung der Prothesenkunststoffe. Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 905 (1966)
- (21) v. Thiel, H. Anleitung zur Prothesenhygiene für den Patienten. Ergebnisse einer Umfrage. Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 764 (1970)
- (22) Weikart, P. Werkstoffkunde für Zahnärzte. Hanser Verlag, München 1966

LEBENS LAUF

Am 29.3.1938 wurde ich als Sohn des Gartenmeisters Alois Grosch und seiner Ehefrau Henriette geb. Schreiner in Wiesbaden geboren.

Von Herbst 1944 bis Ostern 1950 besuchte ich die Volksschule meines Heimatortes Niedernhausen im Taunus und anschließend bis 1956 die Mittelschule in Idstein.

Nach der mittleren Reife und einem zweijährigen Chemiepraktikum begann ich eine Chemotechniker-ausbildung an der Chemieschule Fresenius in Wiesbaden.

Von 1960 - 1966 arbeitete ich, außer einem halbjährigen Studien-Aufenthalt in den U.S.A., als Chemotechniker in zwei verschiedenen Betrieben der Nahrungsmittelchemie.

Ab Oktober 1966 besuchte ich das Hessenkolleg in Wiesbaden und bestand im Januar 1969 die Reifeprüfung. Ab Sommersemester 1969 war ich an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz immatrikuliert und studierte ab Wintersemester 1969/70 Zahnmedizin und Medizin.

Im Dezember 1975 legte ich an der gleichen Universität das Staatsexamen für Medizin und im September 1977, das Staatsexamen für Zahnmedizin ab.

Im März 1978 erhielt ich die Bestallung als Zahnarzt und im Mai 1978 die Approbation als Arzt.

Von 1978 bis Ende 1980 arbeitete ich als Assistenzarzt bzw. Assistenzzahnarzt in der chirurgischen, anaesthesiologischen bzw. prothetischen Abteilung der Universitätsklinik Mainz.

Meinem sehr verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr.
H. Marx gilt mein besonderer Dank sowohl für die
Überlassung des Themas als auch für das Vertrauen
und das persönliche Gespräch, welches zum Beginn
meines Studiums führte.

Herrn Dipl.-Chem. Dr. E. Stender danke ich für
die Präparation der Proben für die REM-Untersuchung
und die Ausführung der fotografischen Dokumentation.

